

Aus der Universitäts-Kinderklinik
der Johannes Gutenberg - Universität Mainz
Direktor: Prof. Dr. med. U. Köttgen

Über
Indirekte Blutdruckmessungen
bei
Neugeborenen und Säuglingen

Siegfried Bronst

MAINZ

1962

Aus der Universitäts-Kinderklinik
der Johannes Gutenberg - Universität Mainz
Direktor: Prof. Dr. med. U. Köttgen

Über
Indirekte Blutdruckmessungen
bei
Neugeborenen und Säuglingen

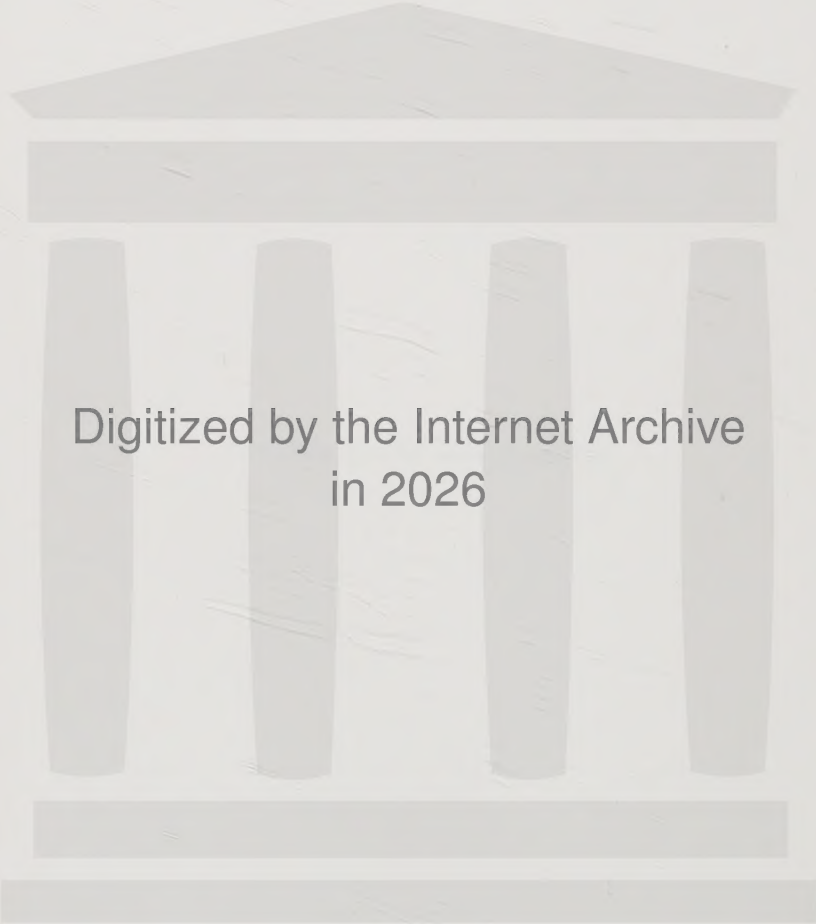
Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Siegfried Bronst
aus
Königsberg/Pr.



Dekan: Professor Dr. H. Bredt
Referent: Professor Dr. F. Graser
Korreferent: Professor Dr. U. Köttgen

Meinen lieben Eltern gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554405_0110

E i n l e i t u n g

Wohl zu keiner Zeit im späteren Leben wird dem Blutdruck im allgemeinen so wenig Aufmerksamkeit geschenkt wie im Neugeborenen- und Säuglingsalter. Dabei ist es aber wohl kaum möglich, diesen Sachverhalt etwa damit begründen zu wollen, daß eben dieser Kreislaufgröße in diesem Lebensabschnitt nicht die Bedeutung zukomme wie später. Unter der Geburt ist der kindliche Kreislauf einer extremen Belastungsprobe unterworfen. Hinzu kommt noch die gleichzeitig stattfindende, tiefgreifende Umstellung des Kreislaufsystems mit den ihr innewohnenden Risiken. Da der Leistungs- und Anpassungsfähigkeit der Kreislauforgane gerade bei Neugeborenen und Säuglingen sehr viel engere Grenzen gezogen sind als später, unterliegt es wohl kaum einem Zweifel, daß in diesem Bereiche der Störungen genug auftreten können, zu deren Erkennung und korrekten Behandlung uns nicht zuletzt auch der Blutdruck wertvolle Hinweise zu geben vermag. Es sei hier nur auf die angeborenen Herzfehler, in unserem Zusammenhange besonders die Aortenisthmusstenose, angeborene Nierenanomalien sowie Atmungs- und Stoffwechselstörungen hingewiesen. Demnach kommt also dem Studium des arteriellen Blutdruckes gewiß nicht nur wissenschaftliches, sondern auch erhebliches praktisches Interesse zu.

Eine der Hauptursachen für die etwas stiefmütterliche Behandlung des Blutdruckes in den ersten Lebenswochen und -monaten ist wohl im Fehlen von Methoden zu suchen, mit denen es möglich wäre, ohne großen zeitlichen und apparativen Aufwand zu einigermaßen verlässlichen Druckwerten zu gelangen.

Man ist deshalb schon lange auf der Suche nach Meßverfahren, die den besonderen Verhältnissen im frühen Kindesalter Rechnung tragen sollen. Die auskultatorische Druckbestimmung nach Riva-Rocci / Korotkoff läßt uns in dieser Altersgruppe häufig im Stich. Neben der Unruhe der Kinder liegt das vor allem daran, daß die Korotkoff-Geräusche oftmals nur unsicher oder garnicht wahrnehmbar sind. Auch stellt dieses Untersuchungsverfahren an die Umsicht und Geduld des Untersuchers erhebliche Anforderungen. Dies ist vor allem dann von besonderer Bedeutung, wenn es darauf ankommt, über einige Zeit hindurch zahlreiche Messungen bei einem Kind durchzuführen.

Beim Versuch der palpatorischen Blutdruckmessung stößt man bei unseren kleinen Patienten leider auf ähnliche Schwierigkeiten. Auf diese Bestimmungsmethode wird jedoch noch später einzugehen sein.

Um den genannten Unsicherheitsfaktoren bei der auskultatorischen Druckmessung zu entgehen, entwickelten Currens und Mitarbeiter ein Gerät, bei dem in die Verschlußmanschette ein Kristallmikrophon eingebaut wurde. Die Korotkoff-Geräusche und der Manschettendruck werden hierbei gleichzeitig auf einem Kymographen registriert. Nach den Angaben der Autoren ist es ohne weiteres möglich, auf diese Weise sowohl den systolischen als auch diastolischen Blutdruck genau zu bestimmen.

Von Keuth wurden schließlich mit dem von Brecht und Boucke angegebenen Infratonsystem Blutdruckbestimmungen an Säuglingen vorgenommen, wobei zur Kriterien-gewinnung u.a. auch die Korotkoff-Töne herangezogen werden können.

Wenn auch bezüglich der oszillatorischen Blutdruckmessung einige der oben aufgeführten Schwierigkeiten in Wegfall kämen, so sind doch die bei Neugeborenen und Säuglingen zu beobachtenden Oszillationen der Quecksilbersäule nach unseren

Erfahrungen fast immer so unsicher zu bewerten, daß es meist nicht möglich ist, ein einigermaßen sicheres Meßergebnis daraus herzuleiten.

Weitere Bemühungen um einen einfacheren Weg zur Blutdruckmessung beim Säugling führten zur Entwicklung der sog. Flushmethode. Über dieses relativ einfache Verfahren liegen uns Veröffentlichungen vor allem amerikanischer Autoren vor (Goldring, Reinhold, Forfar und Moss), während die Methode selbst auf Gärtner zurückgeht. Es ist vielleicht angebracht, das Prinzip dieser Bestimmungsmethode hier kurz zu skizzieren: An Ober- bzw. Unterarm wird eine Blutdruckmanschette angelegt und der distale Gliedabschnitt bis hinauf zur Manschette etwa mit einer elastischen Binde fest umwickelt. Danach wird die Manschette, welche mit einem der üblichen Quecksilbermanometer in Verbindung steht, bis auf einen sicher über dem systolischen Blutdruck liegenden Wert aufgeblasen. Sodann wird die Binde rasch entfernt und der Druck in der Manschette gleichmäßig langsam herabgesetzt. Der Blutdruck wird nun in dem Moment am Manometer abgelesen, wenn in das blasse Glied die erste Rötung - "flush" - einschießt. Auch auf dieses Verfahren, das die Messung eines nicht streng definierten Druckwertes im Bereich des arteriellen Mitteldruckes erlaubt, werden wir später noch auf Grund unserer eigenen Erfahrungen zurückkommen.

An weiteren, speziell für die Neugeborenen- und Säuglingsperiode entwickelten Methoden zur Messung des arteriellen Blutdruckes sei hier auch die plethysmographische aufgeführt. Hierbei wird auf Grund von Volumenschwankungen einer Extremität in gestautem oder nicht gestautem Zustand auf den Blutdruck geschlossen. So führten Celandier und Mitarbeiter direkte Volumenbestimmungen durch. Sie glauben, auf diese Weise sowohl den systolischen als auch diastolischen Blutdruck recht genau bestimmen zu können. Allerdings halten sie selbst ihr Verfahren für ziemlich kompliziert und sind bemüht, es zu vereinfachen. Schaffer und Mitarbeiter gaben einen elektrischen Widerstandsplethysmographen an. Sie machten sich dabei zur Blutdruckmessung die Tatsache zunutze, daß ein in seinem Volumen verändertes Glied auch eine entsprechende Änderung seines elektrischen Widerstandes erfährt.

Eine weitere, auf sphygmographischem Prinzip beruhende Apparatur zur Messung des systolischen Blutdruckes in den ersten Lebenstagen wurde von Rice und Mitarbeitern entworfen. Hierbei wird mit einer zweiten, am Unterarm angelegten Manschette das Auftreten der ersten Pulselle jenseits der Drosselstrecke mittels eines optischen Anzeigesystems deutlich sichtbar gemacht und so der systolische Blutdruck ermittelt.

Obwohl hiermit gewiß nicht alle bisher bekannt gewordenen Methoden, die zur indirekten Ermittlung des arteriellen Blutdruckes bei Neugeborenen und Säuglingen herangezogen wurden, aufgezählt sind, so dürfte doch aus der Reichhaltigkeit der angebotenen Verfahren mit genügender Deutlichkeit zu entnehmen sein, daß ein idealer Weg bislang nicht gefunden wurde und daher auf diesem Gebiete noch immer eine gewisse Lücke besteht. Auch sei bereits hier vermerkt, daß in dem Maße, in dem sich die Bestimmungsmethoden unterscheiden, auch die angegebenen normalen Druckwerte oft beträchtlich differieren.

Neben diesen indirekten Bestimmungsmethoden kam auch die direkte Blutdruckmessung bei Neugeborenen und Säuglingen zur Anwendung. So führten Haselhorst, Woodbury und Robinow Druckmessungen in der Nabelarterie durch.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Vielzahl der Fehlerquellen,

mit denen fast jede indirekte Methode behaftet ist, in Wegfall kommt, die Meßergebnisse daher entsprechend zuverlässig sind und als Normwerte herangezogen werden können. Ferner ist auf diese Art eine fortlaufende Druckregistrierung möglich. Der einzige Nachteil der Druckmessung in der Umbilicalarterie besteht darin, daß die Messungen nur bis auf wenige Minuten nach der Geburt ausgedehnt werden können. Vorteilhafter sind hingegen die intraaortalen Druckbestimmungen, wie sie von Neligan sowie Berger und Mitarbeitern bei Neugeborenen vorgenommen wurden.

Ferner sei auf die Möglichkeit der direkten Blutdruckmessung durch Punktion der großen Arterien hingewiesen, wie sie bislang wohl allein von Robinow und Mitarbeitern bei Säuglingen, Klein- und Schulkindern durchgeführt wurde. Aus der Natur dieses Eingriffes, der nur in Narkose bzw. Lokalanästhesie durchführbar ist, geht jedoch eindeutig hervor, daß hierbei keine normalen Ruhebedingungen herrschen können; hinzu kommt noch die große Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines langanhaltenden artiiellen Spasmus. Deshalb können die auf diese Weise ermittelten Drucke auch nicht als verbindlich angesehen werden. Gemeinsam ist allen direkten Verfahren, daß sie keinesfalls routinemäßig zur Anwendung kommen können.

Auf der Suche nach einer einfach zu handhabenden, also auch für die tägliche Praxis geeigneten und dennoch genügend exakten Methode wurden wir auf zwei Arbeiten von Ashworth und Mitarbeitern aufmerksam, in denen eine sphygmomanometrische Bestimmungsmethode zur Messung des systolischen Blutdruckes Neugeborener angegeben und über erste Meßergebnisse berichtet wurde. Diese Veröffentlichungen beeindruckten uns wegen der Einfachheit des eingeschlagenen Weges und der dennoch damit erzielten guten Ergebnisse. Sie gaben letztlich den Anstoß zu vorliegender Arbeit, zumal dieses Verfahren unseres Wissens außer durch Neligan sowie Berger und Mitarbeiter bei Neugeborenen in keiner weiteren Publikation hinsichtlich seiner Anwendung im frühen Kindesalter besprochen wurde.

Wir setzten uns daher das Ziel, bei einer größeren Zahl von unbeeinträchtigten Neugeborenen (ohne Nabel- bzw. Aortenkatheter) sowie erstmalig auch Säuglingen Blutdruckmessungen nach diesem Verfahren durchzuführen, um zu einer Aussage über die Brauchbarkeit dieser Methode und das Verhalten des systolischen Blutdruckes von der Neugeborenenperiode bis zum Ende der Säuglingszeit zu gelangen. Weiterhin war es unsere Absicht, dieses Verfahren mit der Flush- und Palpationsmethode zu vergleichen. Schließlich wollten wir versuchen, das von Ashworth angegebene Verfahren auch zur Bestimmung des diastolischen Blutdruckes heranzuziehen.

M e t h o d i k

Wir möchten die von Ashworth angegebene Apparatur zur Messung des systolischen Blutdruckes hier nur in großen Zügen umreißen, da genauere Daten in der Originalarbeit nachgelesen werden können. Zunächst benötigten wir einen der gängigen Blutdruckapparate mit Quecksilbermanometer. Ferner mußten wir uns eine besonders konstruierte Glaskapillare, die am oberen, offenen und unteren, geschlossenen Ende jeweils mit einem Reserveraum versehen ist sowie zwei Zwischenstücke in einer Glasbläserwerkstatt herstellen lassen. In diese Reserveräume muß nun etwas Xylol eingebracht werden, welches wir zur besseren Sichtbarmachung mit einem violetten Farbstoff anfärbten. Nach unseren Erfahrungen genügen 1 bis 2 ccm Xylol. Mit Hilfe von zwei Metallklammern befestigten wir das Kapillarrohr auf einem zur besseren Kontrastierung weißgestrichenen Brettchen, welches in den Kasten des Blutdruckapparates eingeklebt wurde. An weiterem Zubehör waren aus Polyvinylchloridfolien bestehende Blutdruckmanschetten erforderlich, bei deren Beschaffung wir zunächst einige Schwierigkeiten hatten*. Hinzu kamen dann lediglich verschiedenkalibrige Gummi- und PVC-Schläuche sowie einige Metallverbindungsstücke. Einen Eindruck von der gesamten Apparatur soll die Abb. 1 vermitteln.

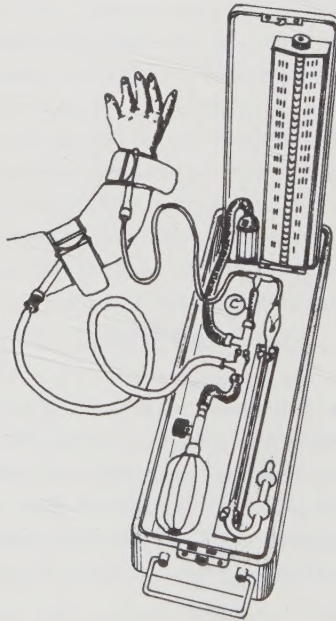


Abb. 1

Bei der Blutdruckmessung wird nun wie folgt vorgegangen:

An Ober- und Unterarm wird eine Manschette angelegt, wobei auf guten Sitz zu achten ist. Sodann werden sie bis zu einem in der Höhe des angenommenen systolischen Blutdruckes liegenden Wert aufgeblasen. Wird nun mit einer Klemme die Verbindung zwischen den beiden Glaszwischenstücken unterbrochen (C in Abb. 1), so sind Kapillarrohr und Unterarmmanschette vom übrigen System isoliert und - absolute Dichtheit vorausgesetzt - der vorgegebene Druck bleibt in ihnen erhalten.

* Wir sind der Fa. Kalle AG., Wiesbaden-Biebrich, für die freundliche Unterstützung zur Dank verpflichtet.

Verringert man nun den Druck in der Verschlußmanschette und beobachtet man gleichzeitig die in der Kapillare befindlichen Xylolperlen, so kann man feststellen, daß sie von einem bestimmten Punkt an mehr oder weniger deutliche, rhythmische Pulsationen zeigen, während sie zuvor keinerlei Bewegung aufwiesen. Für uns gilt es nun, den Moment genau zu erfassen, in dem bei allmählicher Erniedrigung des Manschettendruckes diese rhythmischen Ausschläge erstmalig einsetzen. In diesem Augenblick ist der systolische Blutdruck am Manometer abzulesen. Das Prinzip dieses von Ashworth auch "Xylol-Puls-Indikator-Methode" genannten Verfahrens ist leicht einzusehen: Wenn der Druck in der Verschlußmanschette so weit herabgesetzt ist, daß die zuvor unterdrückten Pulswellen erstmalig wieder die Drosselstrecke überwinden können, dann muß der systolische Blutdruck gerade erreicht sein. Diese ersten Pulswellen treffen auf die Unterarmmanschette, werden über das Schlauchsystem auf das Kapillarrohr übertragen und als rhythmische Bewegungen der Xylolperlen sichtbar. Durch Erhöhen des Druckes in der Verschlußmanschette kann man diese Ausschläge wieder unterdrücken, um sich dann durch behutsames Mindern des Druckes wieder an den Punkt heranzuschleichen, an dem sie gerade wieder einsetzen. Es ist also sehr leicht, diese Messungen innerhalb kürzester Zeitspannen zu wiederholen, zumal man den Druck in der Unterarmmanschette ruhig 10 bis 15 Minuten belassen kann, ohne daß die Kinder dadurch beeinträchtigt oder nachteilige Folgen für sie oder das Meßergebnis zu befürchten wären.

Sollten die Ausschläge des Xylols in der Kapillare nicht genügend deutlich sein, so gelingt es durch geringfügiges Erhöhen bzw. Erniedrigen des Druckes in der Unterarmmanschette meist ohne weiteres, den gewünschten Effekt herbeizuführen. Nach unseren Erfahrungen genügte zumeist ein Druck von 70 bis 90 mm Hg, um eine maximale Schwingungsweite von ca. 2 - 3 mm zu erzielen. Sollte bei Beginn der Messungen kein Xylol in der Kapillare sein, so gelingt es durch Anheben bzw. Senken des Apparates unschwer, etwas davon aus dem Reserveraum an die Kapillare heran- und während des Aufblasens der Manschetten in sie hineinzubringen.

Vorbedingung für eine erfolgreiche Messung ist selbstverständlich, daß sich die Kinder absolut ruhig verhalten. Schon sehr geringfügige Armbewegungen führen zu großen und irregulären Bewegungen des sich in der Kapillare befindlichen Xylols, die zwar nicht den durch die Arterienpulsation erzeugten rhythmischen Ausschlägen ähneln, sie jedoch meist zu verdecken pflegen.

Aus dem bisher Geschilderten ist wohl unschwer zu entnehmen, daß dieses Meßverfahren sowohl bezüglich des apparativen Aufwandes wie auch in der Handhabung keine sehr schwierigen Probleme aufwirft. Man ist in der Tat schon nach wenigen Messungen gut mit ihm vertraut.

Da aus den Untersuchungsergebnissen Woodburys, Robinows, Schallers und insbesondere Kirschsiepers eindeutig hervorgeht, daß die Genauigkeit aller indirekten Blutdruckmessungen entscheidend davon abhängt, ob die benutzten Manschetten geeignet sind oder nicht, schenken wir dieser Frage unsere ganz besondere Aufmerksamkeit. Unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse genannter Autoren verwendeten wir bei Neugeborenen Verschlußmanschetten von 2,5 cm bei Säuglingen je nach Oberarmumfang solche von 4, 5 oder 8 cm Breite. Die Unterarmmanschette war in allen Fällen 2,5 cm breit.

Bei unseren vergleichenden Messungen mit der Flushmethode gingen wir so vor, wie

es von Goldring bzw. Forfar und Mitarbeitern vorgeschlagen wurde.

Die Technik unserer palpatorischen Blutdruckmessungen braucht hier wohl ebenfalls nicht näher erklärt zu werden.

Weiterhin stellten wir uns die Aufgabe, die "Xylol-Puls-Indikator-Methode" nach Möglichkeit auch zur Messung des diastolischen Blutdruckes heranzuziehen. Dabei gingen wir von der Überlegung aus, daß die in der Kapillare zu beobachtenden Xylolbewegungen beim Erreichen des systolischen Druckes noch verhältnismäßig gering sind, bei zunehmender Erniedrigung des Manschettendruckes immer größer werden und schließlich dann ihr größtes Ausmaß haben müßten, wenn der diastolische Wert erreicht ist. Auf diesem Prinzip beruht ja auch die Ermittlung des diastolischen Blutdruckes nach dem oszillometrischen Verfahren, nur daß bei ihm die Pulsation des von der Verschlußmanschette umgebenen Gefäßabschnittes auf die Quecksilbersäule übertragen werden. Wollten wir nun den diastolischen Blutdruck ermitteln, müßten wir in der Lage sein, den Moment genau zu erfassen, an dem die Pulswellen und entsprechend die rhythmischen Pulsationen des Xylols ihre volle Größe erreicht haben. Das ist jedoch sowohl nach Ashworth als auch auf Grund unserer eigenen Erfahrung visuell nicht mit hinreichender Sicherheit möglich. Deshalb gingen wir folgendermaßen vor: Das sog. Pulsindikatorsystem wurde über eine weitere Schlauchverbindung an eine Kapsel mit eingebautem Piezokristall angeschlossen, die wiederum mit einem Multicardiotestgerät (Fa. Hellige) in Verbindung steht. Auf diese Weise können die Pulswellen auf einem Film aufgezeichnet werden.

Die Messungen werden folgendermaßen durchgeführt: Die Manschetten werden wie gewöhnlich am rechten Arm des Kindes angebracht, aufgeblasen und der Pulsindikator durch Abklemmen vom übrigen System isoliert. Unter Beachtung der Kapillare wird der systolische Blutdruck gemessen. Nach Beseitigung des Druckes in der Verschlußmanschette wird mit Hilfe des Amplitudenreglers die maximale Höhe der Ausschläge am Registriergerät eingestellt. Anschließend wird die Verschlußmanschette erneut bis auf einen über dem systolischen Blutdruck liegenden Wert aufgeblasen. Danach wird das Ventil so weit geöffnet, daß der Druckabfall in der Verschlußmanschette in 3 - 4 sec 10 mm Hg nicht übersteigt. Gleichzeitig läuft im Registriergerät der Film, wobei auf dem mittleren der drei von uns benutzten Kanäle die Pulskurve aufgezeichnet wird, während auf dem oberen der beiden leer mitlaufenden Kanäle die Druckwerte von 10 zu 10 mm Hg durch Einblenden von Eichzacken festgehalten werden. Die Filmablaufgeschwindigkeit von 25 mm/sec erwies sich uns als recht günstig. Nach Entwicklung des Filmes erhält man dann eine Pulskurve, aus der ohne Schwierigkeiten sowohl der systolische als auch der diastolische Blutdruck ermittelt werden können. Dabei benutzten wir als Kriterium für den systolischen Druckwert das Auftreten der ersten deutlichen Pulswelle, während der diastolische Wert durch Ausmessen der Amplitudengröße bestimmt wurde. Gewöhnlich schrieben wir bei jedem Kind mehrere Kurven.

Es leuchtet wohl ohne weiteres ein, daß bei der überaus großen Empfindlichkeit des Registriergerätes nur dann verwertbare Kurven gewonnen werden können, wenn sich die Kinder vollkommen ruhig verhalten. Selbst geringfügigste Armbewegungen, wie sie selbst durch Schienen nicht zu unterbinden wären, führen zu so starken Ablenkungen des Schleifenoszillographen, daß eine Auswertung der Kurve illusorisch wird. Unsere Messungen waren deshalb nur dann erfolgreich, wenn die Kinder schliefen. Von einer Vornahme der Blutdruckbestimmungen während der Flaschenfütterung, wie es von Keuth für Routinemessungen vorgeschlagen wurde, sa-

hen wir wegen der mit Sicherheit zu erwartenden überhöhten Druckwerte ab.
Ein weiterer Ausbau dieses Verfahrens erscheint möglich.

M e s s u n g e n

An 91 Neugeborenen und Säuglingen im Alter zwischen 1/2 Stunde und 14 Tagen wurden insgesamt 206 systolische Blutdruckwerte mit der sog. "Xylol-Puls-Indikator-Methode" ermittelt.

Wie von Ashworth und Mitarbeitern auf Grund eingehender Untersuchungen festgestellt werden konnte, beträgt die Fehlerbreite (range of error) für Messungen mit diesem Gerät bei einem einigermaßen geübten Untersucher höchstens 4 mm Hg. Unsere eigenen Messungen konnten diese Angaben bestätigen. Demnach kann schon das Ergebnis einer einzigen Blutdruckbestimmung für praktische Zwecke als gültig bezeichnet werden. Dennoch begnügten wir uns nicht mit einer Messung, vielmehr repräsentiert jeder von uns registrierte Blutdruck einen Mittelwert aus mindestens drei in rascher Folge, also unter möglichst gleichen äußeren Bedingungen durchgeführten Einzelmessungen.

Bei den Neugeborenen dieser Gruppe handelte es sich durchweg um reife, gesunde Kinder, die in der Universitäts-Frauenklinik Mainz entbunden wurden und bereits in der ersten Minute nach der Geburt richtig atmeten. Das durchschnittliche Geburtsgewicht belief sich auf 3470 g. Das leichteste Kind wog 2500, das schwerste 4720 g. Bis auf unsere Messungen in den ersten 24 Lebensstunden richteten wir es bei den übrigen stets so ein, daß wir sie etwa 1 Stunde nach der Nahrungsaufnahme vornahmen. Im übrigen ließen wir die Kinder während der Messungen zudeckt in ihren Bettchen liegen, nur der rechte Arm wurde zum Anlegen der Manschette freigemacht. In weitaus den meisten Fällen bedeutete das Befestigen der Manschetten für sie kaum eine Störung. Waren sie dennoch irritiert, warteten wir so lange ab, bis sie völlig zur Ruhe gekommen waren. So konnten wir nahezu immer unsere Blutdruckbestimmungen vornehmen.

Da sich Ashworth, Neligan sowie Berger und Mitarbeiter vornehmlich mit dem Verhalten des arteriellen Blutdruckes in den ersten Stunden nach der Geburt beschäftigt haben, interessierte uns erstens vergleichshalber der systolische Druck in den ersten 24 Lebensstunden und zweitens darüber hinaus in der Neugeborenenperiode und im ersten Lebensjahr.

Der systolische Blutdruck in der Neugeborenenperiode -----

Eine Aufgliederung der gefundenen systolischen Druckwerte nach Lebensstunden bzw. -tagen führte zu den in Tabelle 1 wiedergegebenen Werten. Den errechneten Mittelwerten und Standardabweichungen liegen Messungen an jeweils mindestens 10 Kindern zugrunde.

Tabelle 1.

Alter	mittlerer systol. Blutdruck (mm Hg)	Standard- abweichung
1/2 Std.	83,5	8,54
2 Std.	65,7	6,85
4 Std.	70,7	5,92
8 Std.	69,2	4,81
12 Std.	69,2	7,22
16 Std.	70,4	5,09
24 Std.	72,0	6,78
2 Tage	75,1	5,65
3 Tage	76,8	6,40
4 Tage	79,5	6,78
5 Tage	81,5	6,24
6 Tage	83,0	7,87
7 Tage	82,7	8,48
14 Tage	83,2	6,60

Auf die Angabe der Standardabweichung des Mittelwertes (standard error) wurde hier verzichtet, da schon Berger und Mitarbeiter nachweisen konnten, daß der hier interessierende Blutdruckabfall in den ersten Lebensstunden signifikant ist.

Eine Prüfung auf Signifikanz des nachfolgenden Blutdruckwiederanstiegs ergab bei statischer Auswertung der Mittelwertdifferenzen bereits beim 24 - Stundenwert mit $P < 0,01$ ein positives Ergebnis.

In den folgenden Abbildungen 2 und 3 sind die systolischen Mittelwerte als Funktion des Lebensalters kurvenmäßig dargestellt.

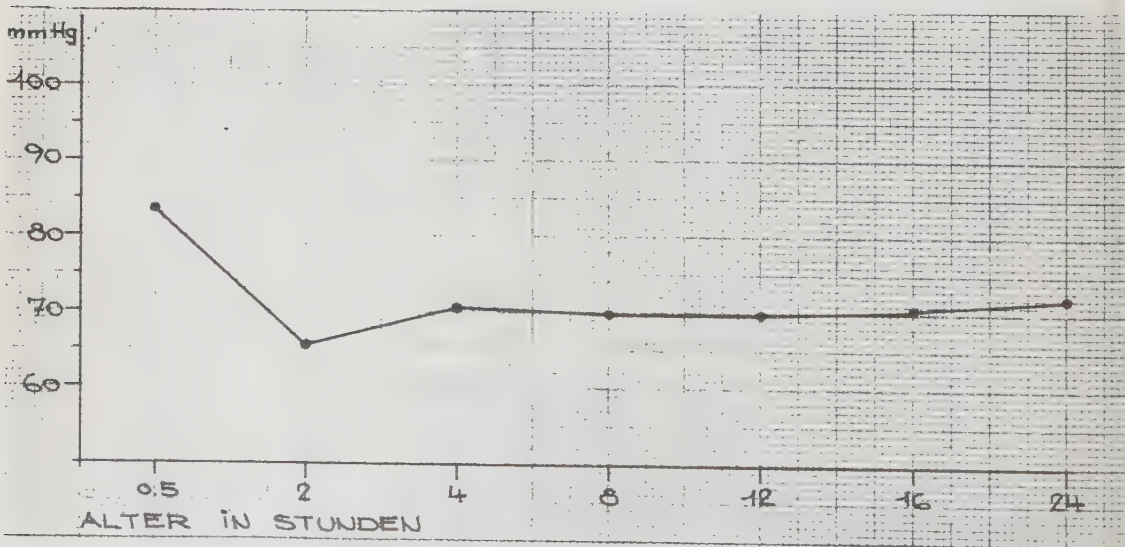


Abb. 2

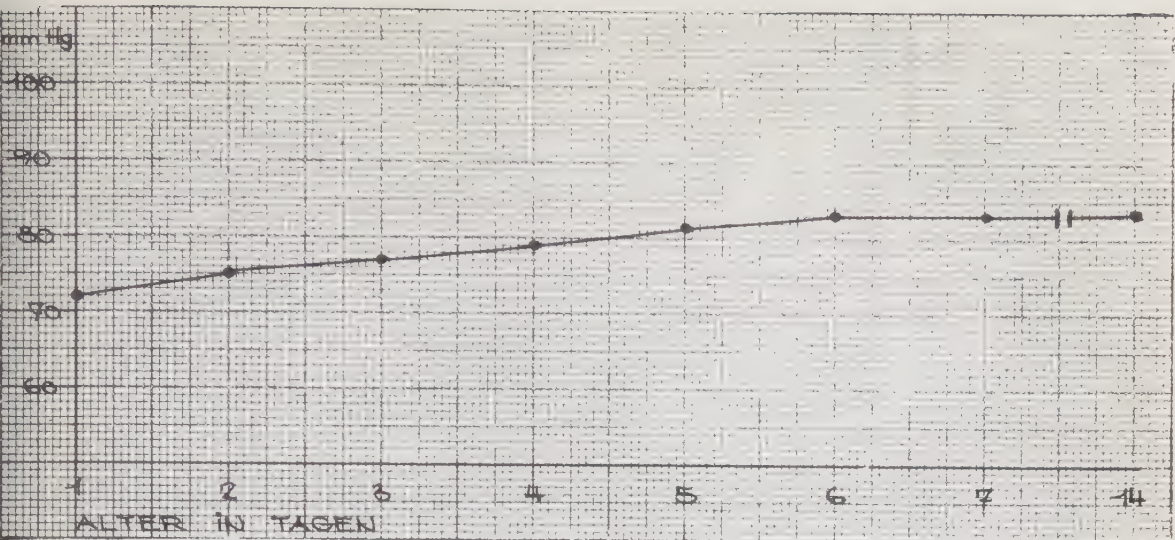


Abb. 3

Angesichts der später noch zu besprechenden Bedeutung des Umfanges der Meßstelle für das Meßergebnis, ermittelten wir bei 36 reifen, normalgewichtigen Neugeborenen den Oberarmumfang, wobei wir einen Durchschnittswert von 9,5 cm fanden.

Ferner interessierte uns die Frage, ob die Durchführung der Messungen mit einer breiteren Manschette einen Einfluß auf das Meßergebnis habe. Deshalb führten wir Vergleichsmessungen bei Neugeborenen mit einer 2,5 bzw. 4 cm breiten Verschlußmanschette durch. Dabei fanden wir, daß die mit der breiteren Manschette ermittelten Drucke durchschnittlich um 3,9 mm Hg niedriger lagen. Allerdings stimmten in zahlreichen Fällen die Werte überein. Gelegentlich konnte sogar beobachtet werden, daß sie mit der breiteren Manschette höher ausfielen. Insbesondere zeigte sich, daß bei schwereren Kindern die gefundenen Unterschiede nicht die Tendenz aufwiesen, größer zu werden, was ja wegen ihres größeren Oberarmumfanges durchaus möglich gewesen wäre.

Es lag in diesem Zusammenhang nahe, einmal zu untersuchen, ob eine Abhängigkeit zwischen dem Geburtsgewicht und der Höhe des systolischen Blutdruckes besteht. Aus diesem Grunde verglichen wir unsere Meßergebnisse bei zwei Gruppen von jeweils 8 gleichaltrigen Neugeborenen mit einem Geburtsgewicht bis 3500 g bzw. darüber. Dabei ergab sich bei der schwereren Gruppe ein im Mittel um 8 mm Hg höherer systolischer Druckwert.

Da die in der Literatur angegebenen Blutdrucke, die mit der Flushmethode gefunden wurden, zumeist erheblich unter den unseren liegen, interessierten uns auch hier vergleichende Messungen. Wir führten sie bei 15 Neugeborenen durch, wobei wir um des Vergleiches willen im Gegensatz zu den meisten anderen Autoren nach Forfar die Manschette um den Oberarm anlegten. Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß die mit der Flushmethode ermittelten Drucke durchschnittlich um 16,3 mm Hg unter den mit dem Pulsindikatorverfahren gefundenen liegen. Dabei belief sich der größte gefundene Unterschied auf 24 mm Hg, der kleinste hingegen auf 11 mm Hg. In keinem Falle wurde der nach Ashworth gemessene Blutdruck erreicht.

Weitere Messungen unter Berücksichtigung des diastolischen Drucks sind erforderlich, um zu klären, ob die Flushwerte dem arteriellen Mitteldruck in guter Annäherung entsprechen.

Da auch die palpatorische Blutdruckmessung bei Neugeborenen Verwendung findet, führten wir auch hierüber Vergleichsmessungen an 15 Säuglingen im Alter zwischen 2 und 12 Monaten durch, wobei stets darauf geachtet wurde, Manschetten von optimaler Breite zu verwenden. Für diese Versuchsreihe wählten wir deshalb Kinder dieser Altersstufe auf, da das Fühlen des Radialispulses bei Neugeborenen und sehr jungen Säuglingen doch oftmals beträchtliche Schwierigkeiten bereitet und nicht immer sicher möglich ist. Hierbei fanden wir palpatorisch durchschnittlich um 5,3 mm Hg niedrigere Drucke. Die Frage, ob die Höhe des in der Unterarmmanschette herrschenden Druckes einen deutlichen Einfluß auf das Meßergebnis habe, glauben wir verneinen zu können. In zahlreichen Versuchen, bei denen wir in der Unterarmmanschette Drucke zur Anwendung brachten, die teils weit unter, teils beträchtlich über dem ermittelten systolischen Druck lagen, konnten wir praktisch in keinem Fall eine größere Streuung der Ergebnisse feststellen, als dies auch sonst unter gleichbleibenden Bedingungen der Fall war. Es scheint allein darauf anzukommen, daß die Manschette den Unterarm fest genug umschließt. Allerdings sind die bei sehr niedrigen Manschettendrücken zu beobachtenden Xylobewegungen in der Kapillare schwächer, sodaß es einer größeren Aufmerksamkeit bedarf, um den Beginn derselben zu erfassen. Auf diese Weise könnte es dann zu einer deutlichen Depression der Werte kommen. Es empfiehlt sich daher, wie auch von Ashworth vorgeschlagen, für die Unterarmmanschette einen Druck zu wählen, der etwa dem angenommenen systolischen Wert entspricht, da hierbei die Xylobewegungen gewöhnlich am deutlichsten sind.

Es seien nun noch einige weitere interessante Befunde mitgeteilt, die wir anläßlich unserer Messungen an Neugeborenen erheben konnten. So fanden wir beim Schreien der Kinder eine durchschnittliche Erhöhung des systolischen Druckes um 14 mm Hg. Diese Steigerung stimmt recht gut mit den von Berger und Mitarbeitern bei direkter Messung ermittelten 15 mm Hg. überein. Es soll auch nicht unerwähnt bleiben, daß nach Beruhigung der Kinder, unseren Beobachtungen zufolge, durchschnittlich etwa 10 Minuten vergehen, bis sich der Blutdruck wieder auf sein Ruheniveau eingestellt hat. Daraus wird deutlich, daß man sich bei einem zuvor unruhigen oder gar schreienden Kind Zeit nehmen muß, will man überhöhte Resultate vermeiden. Um etwa den gleichen Betrag pflegt sich auch der systolische Blutdruck zu erhöhen, wenn man zappligen Kindern zur Ruhigstellung einen Schnuller verabreicht und sie intensiv daran saugen. Greift man jedoch wegen anhaltender Unruhe zu diesem Hilfsmittel, so empfiehlt es sich, unbedingt so lange mit der Messung zu warten, bis das Kind eingeschlafen ist.

Da man mit der Pulsindikatormethode innerhalb kürzester Zeitspannen mehrere Blutdruckmessungen vornehmen kann, konnten wir immer wieder die interessante Beobachtung machen, wie bei völlig ruhig und entspannt daliegenden Kindern schon durch geringfügige Armbewegungen der systolische Blutdruck eine oftmals erhebliche Steigerung erfuhr. Dies dürfte mit großer Wahrscheinlichkeit auf die erhöhte Muskelspannung, die nunmehr zu überwinden ist, zurückzuführen sein. So wird auch von Neligan beschrieben, daß bereits das passive Strecken des Ellenbogengelenkes Blutdruckerhöhungen von 10 bis 15 mm Hg zur Folge haben könne.

Der systolische Blutdruck im Säuglingsalter

Im Bemühen, auch zu einer Aussage über das Verhalten des systolischen Blutdruckes im Verlaufe des ersten Lebensjahres zu gelangen, führten wir an 51 Säuglingen im Alter zwischen 1 und 12 Monaten Messungen mit der sog. "Xylol-Puls-Indikator-Methode" durch, wobei wir jeweils nach Ermittlung des Oberarmumfanges in weitgehender Übereinstimmung mit Robinow's und Kirschsiepers Untersuchungsergebnissen Verschlußmanschetten von 4, 5 bzw. 8 cm Breite verwendeten. Aus Tabelle 2 ist zu ersehen, bei welchen Oberarmumfängen wir die verschieden großen Manschetten einsetzten.

Tabelle 2.

Oberarmumfang in cm	Verschlußmanschetten- breite in cm
bis 11	4
bis 13	5
über 13	8

Die Messungen wurden an Säuglingen vorgenommen, die zur stationären Behandlung in der Universitäts-Klinik Mainz aufgenommen worden waren. Daher können die bei ihnen ermittelten Blutdrucke gewiß nur mit Vorbehalt als charakteristisch für Kinder dieser Altersgruppe beurteilt werden. Jedenfalls waren wir bemüht, nur rekonvaleszente Kinder in unsere Untersuchungen einzubeziehen, deren zur Aufnahme führenden Erkrankungen weitgehend abgeklungen waren. Von vornherein unberücksichtigt blieben Kinder mit nachgewiesenen Vitium cordis sowie solche, die noch unter irgendwelchen Herz-, Kreislauf- oder Sedierungsmedikamenten standen. Nicht einbezogen wurden ferner Kinder mit solchen Krankheitsbildern, bei denen Blutdrucksteigerungen beschrieben worden sind, wie nach sicherem Geburtstrauma (Reis und Chaloupka) sowie bei konnotaler Lues (Génévrier). Die von Clayton und Hughes durchgeführten Untersuchungen über den Einfluß psychischer Faktoren auf den Blutdruck hospitalisierter Kinder, die sie an Zwei- bis Zwölfjährigen vornahmen und wobei sie ebenfalls deutliche Blutdruck erhöhungen konstatieren konnten, haben vielleicht für unsere Altersgruppe noch nicht die Bedeutung. Außerdem hatte die Mehrzahl der Kinder unserer Meßreihe sich wohl schon an die neue Umgebung gewöhnt. Immerhin ist die von ihnen gemachte Beobachtung interessant, daß schwerkranke Kinder eher einen stabilen Blutdruck aufweisen als weniger schwer oder nur leicht erkrankte. Auch hier hielten wir es so, daß die Kinder bei den Messungen in Rückenlage in ihren Bettchen liegen blieben. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Neugeborenen und sehr jungen Säuglingen hatten wir bei diesen Kindern mit größeren Schwierigkeiten zu kämpfen, da sie naturgemäß viel eher dazu neigten, über längere Zeit unruhig zu sein. Um einigermaßen konstante Versuchsbedingungen zu erhalten, wurden die Messungen stets am Abend einige Zeit nach der Nahrungsaufnahme durchgeführt.

Für die 51 Säuglinge vom 1. bis zu 12. Lebensmonat fanden wir im Mittel einen systolischen Blutdruck von 94,1 mm Hg, wobei der niedrigste Wert 68, der höchste 124 mm Hg betrug.

Eine Aufgliederung unseres Zahlenmaterials auf die vier Jahresquartale führte zu folgendem Ergebnis (Tabelle 3):

Tabelle 3:

Lebensalter in Monaten	Mittl. systol. Blutdruck in mm Hg	Standardab- weichung des Mittelwertes
1 - 3	84,0	1,85
3 - 6	94,8	2,51
6 - 9	100,3	2,61
9 - 12	104,7	3,50

Der Blutdruckanstieg ist beim Vergleich der in Tab. 3 wiedergegebenen Standardabweichungen der Mittelwerte vom 1. zum 2. wie auch vom 2. zum 3. Trimenon statistisch signifikant.

In Abb. 4 ist die Alterskurve des systolischen Blutdruckes im ersten Lebensjahr aufgezeichnet, wobei noch der in Tab. 1 aufgeführte Halbmonatswert mit herangezogen wurde. In Abb. 5 wurde schließlich versucht, durch Einzeichnen der Standardabweichungen der Mittelwerte die Signifikanz zu veranschaulichen.



Abb. 4

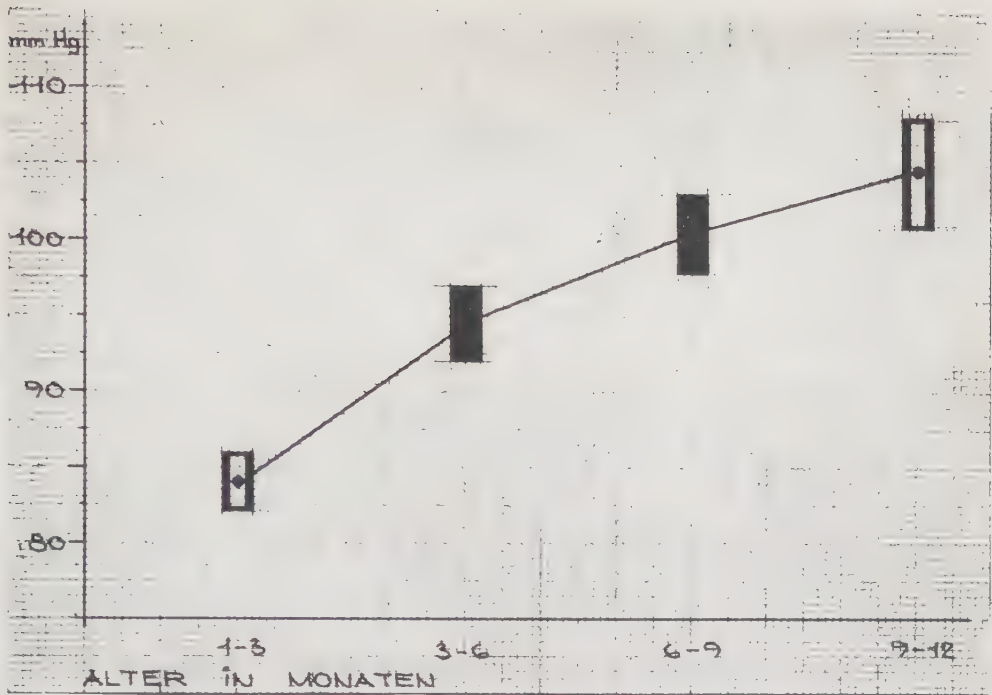


Abb. 5

Versuchsmessungen zur Bestimmung des diastolischen Blutdruckes wurden bei mehreren jungen Säuglingen unter Zuhilfenahme des Multicardiotestgerätes vorgenommen. Zur Demonstration sei hier eine der dabei gewonnenen Meßkurven in stark verkleinerter Form wiedergegeben (Abb. 6).

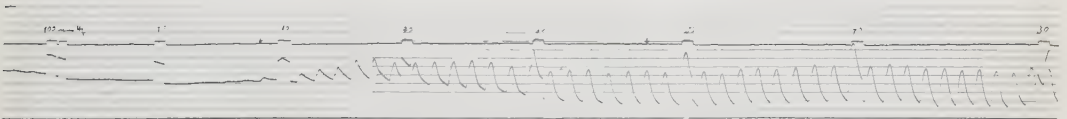


Abb. 6

Es handelte sich hier um einen 3 Wochen alten, männlichen Säugling mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte von 3060 g Gewicht (Geburtsgewicht 3100 g). Entsprechend dem geringen Oberarmumfang von 7,5 cm wurde eine 2,5 cm breite Verschlussmanschette verwendet. Visuell fand sich nach der Methode Ashworth ein systolischer Blutdruck von 79 mm Hg, während sich auf Grund der Kurvenauswertung (siehe Pfeile in Abb. 6) ein systolischer Wert von 81 und ein diastolischer von 53 mm Hg ergab. Der Säugling schlief während der Messung. Der aufgrund der Kurvenschreibung ermittelte systolische Blutdruck wird durchweg etwas höher gefunden - nach unseren Erfahrungen bis zu 5 mm Hg -, was gewiß auf die größere Empfindlichkeit des Registriergerätes zurückzuführen ist. Vergleichsmessungen nach dem auskultatorischen Verfahren zur Überprüfung der diastolischen Werte waren leider ohne Erfolg.

Abschließend sei noch gesagt, daß sich eine Geschlechtsabhängigkeit des systolischen Blutdruckes weder für die Neugeborenenperiode noch für das Säuglingsalter nachweisen ließ. So fanden wir bei jeweils 11 männlichen und 11 weiblichen Neugeborenen gleichen Alters und Gewichts eine Differenz von weniger als 1 mm Hg. Ähnlich war das Ergebnis unserer Messungen an Säuglingen bis zum Ende des ersten Lebensjahres, wo wir bei der weiblichen Gruppe einen im Mittel um 1,1 mm Hg höheren systolischen Druck errechnen konnten, ein bei einer methodischen Fehlerbreite von 4 mm Hg gewiß irrevalenter Wert.

Besprechung der Meßergebnisse

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß im Verlaufe der ersten 2 Lebensstunden ein Abfall des systolischen Blutdruckes um 17,8 mm Hg erfolgt. Anschließend kommt es zu einem allmählichen Wiederanstieg, wobei der systolische Druck nach 5 Tagen den innerhalb der ersten halben Lebensstunde gefundenen Ausgangswert wieder erreicht.

Im Verlaufe der Säuglingsperiode zeichnet sich ein weiterer deutlicher Blutdruckanstieg ab, und er liegt mit seinen systolischen Werten am Ende des ersten Lebensjahres um rd. 24 % über den im ersten Trimenon gefundenen.

Die Tatsache, daß andere Autoren einen noch stärkeren postnatalen Abfall des Blutdruckes registrieren konnten (Ashworth 32, Neligan 25, Berger und Mitarbeiter 20 mm Hg), ist darauf zurückzuführen, daß sie ihre Ausgangswerte in einem Zeitraum bis zu 15 Minuten nach der Geburt gewannen. Ashworth und Mitarbeiter konnten einwandfrei nachweisen, daß die höchsten Druckwerte stets innerhalb der ersten 15 Minuten post partum gefunden werden. So ermittelten sie in dieser Zeitspanne einen durchschnittlichen systolischen Blutdruck von 92 mm Hg, Berger und Mitarbeiter innerhalb der ersten Lebensminute einen durchschnittlichen systolischen Ausgangswert von 87 mm Hg im Gegensatz zu unseren nicht streng in der ersten Viertelstunde, sondern im Verlaufe der ersten halben Lebensstunde gemessenen 83,5 mm Hg.

Vergleichen wir unsere in der Neugeborenenperiode ermittelten systolischen Drucke mit den von anderen Autoren (Bowmann, Sujoy u. Razuwich, Moss) oszillometrisch, auskultatorisch bzw. mit dem Flushverfahren gewonnenen Werten, die zwischen 40 und 60 mm Hg liegen, so können wir feststellen, daß unsere Ergebnisse durchweg höher ausfielen.

Untersuchungen über das Verhalten des systolischen Blutdruckes im ersten Lebensjahr als Funktion des Alters, wie sie von Kirschsieper, Sujoy u. Razuwich, Moss und Rice durchgeführt wurden, führten zu recht unterschiedlichen Ergebnissen.

Zum Vergleich haben wir in Tabelle 4 die von den genannten Autoren mit verschiedenen indirekten Bestimmungsmethoden erhaltenen systolischen Mittelwerte und unsere eigenen Meßergebnisse zusammengestellt.

Tabelle 4.

Autor	Methode	mttl. systol. Blutdruck (mm Hg) Lebensalter in Monaten			
		1 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12
Kirschsieper	Auskult.	74	85	86	89
Razuvich	Auskult.	63	77	83	92
Moss	Flush	67	73	76	76
Rice	Pulsindik.	86	91,6	→ 109,5	
Eig. Mess.	Ashworth	84	94,8	100,3	104,7

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß unsere Meßergebnisse - bis auf die von Rice angegebenen - wiederum deutlich höher liegen.

Erfreulicherweise läßt sich sagen, daß die eigenen Ergebnisse sowohl im Neugeborenen- wie auch im Säuglingsalter recht gut mit den durch direkte, intravasale Messungen gewonnenen Werten (Woodbury, Robinow, Neligan sowie Berger und Mitarbeiter) übereinstimmen.

Diese Übereinstimmung der nach dem Ashworth-Verfahren ermittelten Werte wurde schon durch die blutig-unblutigen Vergleichsmessungen von Neligan sowie Berger und Mitarbeitern sehr überzeugend unter Beweis gestellt.

Darüber hinaus ergeben sich vergleichbare Werte für den systolischen Blutdruck durch die Untersuchungen von Keuth, Rice (Tab. 4) und Morse, deren indirekte Bestimmungsmethoden ebenfalls eine genaue Erfassung des systolischen Drucks zulassen.

In diesem Zusammenhang spielt zweifellos die Manschettenbreite eine ganz besondere Rolle. Dieser Frage haben u.a. Robinow, Woodbury, Schaller sowie Kirschsieper ihre besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Wir stützten uns hierbei mit Ausnahme der Messungen bei Neugeborenen vor allem auf die Arbeiten Kirschsiepers, der auf Grund exakter Versuche am Modell und Lebenden über die Bedeutung des Umfangs der Meßstelle und elastischer Faktoren für das Meßergebnis zu dem Schluß kam, daß man immer dann mit einem guten Meßergebnis rechnen könne, wenn das Verhältnis Manschettenbreite zu Oberarmumfang den Quotienten von 1 : 2,5 nicht überschritte.

Auf Grund des von uns bei Neugeborenen ermittelten durchschnittlichen Oberarmumfanges von 9,5 cm, müßte demnach eine mindestens 3,8 cm breite Verschlußmanschette als optimal angesehen werden.

Da jedoch die unblutig-blutigen Simultanmessungen von Woodbury, Robinow, Neligan sowie Berger und Mitarbeitern übereinstimmend bestätigten, daß die 2,5 cm breite Manschette die beste Übereinstimmung mit den intravasal gefundenen Drucken in den ersten Lebensstunden und -tagen ergibt und wir selbst bei Vergleichsmessungen mit einer 4 cm breiten Manschette in vielen Fällen eine deutliche Depression der Druckwerte feststellen konnten, sahen wir keine Veranlassung, von dieser Manschette abzugehen, zumal auch die amerikanische Heart Association eine Manschette dieser Breite empfiehlt (Bordley et al.). Demnach verlieren die Empfehlungen Kirschsiepers bezüglich der günstigsten Relation Oberarmumfang zu Manschettenbreite für die Neugeborenenperiode etwas an Bedeutung, was wohl darauf zurückzuführen sein dürfte, daß in der ersten Lebenszeit die Armarterie manschettennah liegt. Um jedoch einer Fehlermöglich-

keit zu entgehen, richteten wir uns bei den Messungen jenseits der Neugeborenenperiode weitgehend nach den Untersuchungsergebnissen Kirschsiepers, die übrigens recht gut mit den früheren Untersuchungen Robinows und Mitarbeitern übereinstimmen. Da auf Grund des Vergleichs zwischen blutiger und unblutiger Bestimmung das Verfahren Ashworth recht genaue Ergebnisse liefert und bei den eigenen Messungen der Manschettenbreite sowie dem Einhalten von Ruhebedingungen größtmögliche Aufmerksamkeit geschenkt wurde, möchten wir annehmen, daß die vorgelegten Werte durchaus der Kritik standhalten können.

Richten wir nun unser Augenmerk auf die Frage nach der Ursache des postnatalen Blutdruckabfalls, so stößt man auf recht unterschiedliche Ansichten. Das meiste spricht aber wohl für die These, daß es sich hierbei, wie Berger und Mitarbeiter schreiben, "um eine Einstellregulation auf ein normales Druckniveau nach einer hypoxisch bedingten Hypertension im Gefolge der Geburt handelt". Diese Ansicht wird gestützt durch neuere blutchemische Untersuchungen von James und Oliver. Sie konnten einwandfrei nachweisen, daß sich bei jeder Geburt eine Asphyxie verschiedenen Grades einstellt, die in den meisten Fällen jedoch nur von kurzer Dauer sei. Dafür sprechen auch die Beobachtungen von Neligan und Mitarbeitern, die bei 18 klinisch asphyktischen Neugeborenen innerhalb der ersten 5 Minuten nach der Geburt einen durchschnittlich um 15,1 mm Hg höheren systolischen Druck als bei unbeeinträchtigten Kindern fanden. Außerdem konnten sie bei 3 noch nicht 48 Stunden alten Neugeborenen apnoische Anfälle beobachten, wobei es jedesmal zu einem abrupten Blutdruckanstieg gekommen sei.

Die Tatsache, daß der Blutdruckabfall mit dem postnatalen Absinken der Körpertemperatur zeitlich in etwa zusammenfällt, veranlaßte Ashworth und Mitarbeiter, hierüber eingehende Studien anzustellen. Es gelang ihnen jedoch der eindeutige Nachweis, daß zwischen diesen beiden Vorgängen kein direkter Zusammenhang besteht. Interessant ist auch ihre Beobachtung, daß der Blutdruck umso früher seinen tiefsten Wert erreicht, je eher die Nabelschnur abgebunden wird.

Während über die auch von uns beobachtete allmähliche Zunahme des systolischen Blutdrucks im Verlaufe der Neugeborenenperiode im allgemeinen Übereinstimmung herrscht, sind die Ansichten bezüglich des Verhaltens des Blutdruckes im weiteren Verlauf des ersten Lebensjahres nicht ganz so einheitlich.

So konnten wir vom ersten zum vierten Trimenon eine Erhöhung des systolischen Drucks um rd. 24 % feststellen, wobei die Anstiege vom 1. zum 2. und vom 2. zum 3. Trimenon beim Vergleich der Standardabweichungen der Mittelwerte statistisch signifikant waren. Auch geht aus Tab. 4 hervor, daß Kirschsieper, Sujoy u. Razuvich, Moss sowie Rice und Mitarbeiter ebenfalls einen Blutdruckanstieg im Verlaufe des Säuglingsalters registrieren konnten, wobei die von Kirschsieper und Rice beobachtete Druckerhöhung vom 1. zum 4. Trimenon um 20 bzw. 25 % recht gut mit der von uns gefundenen Zunahme übereinstimmt. Hingegen kamen Robinow und Mitarbeiter anläßlich ihrer direkten Messungen in den großen Extremitätenarterien zu dem Schluß, daß die Drucke im Säuglings-, Kleinkindes- und Schulalter keinen nennenswerten Altersanstieg aufwiesen. Sie fanden bei den genannten Altersgruppen im Mittel systolische Druckwerte von 101,9 mm Hg bei einem Schwankungsbereich der Werte zwischen 87 und 123 mm Hg. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß sie ihre Messungen lediglich an 12 Säuglingen durchführten.

Ist also schon die Zahl ihrer Bestimmungen zu klein, um daraus fundierte Schlüsse herleiten zu können, so kommt noch hinzu, daß ihre Methodik (Arterienpunktion!) - wie schon in der Einleitung aufgeführt - Fehlermöglichkeiten aufweist.

Die Zunahme des systolischen Blutdrucks im ersten Lebensjahr dürfte in erster Linie auf der Vergrößerung des Schlag- und Minutenvolumens und damit der Herzkraft beruhen. Diese Erhöhung des Blutdrucks erscheint auch durchaus sinnvoll, wenn man die immer größer werdenden Forderungen des wachsenden Organismus hinsichtlich Kapillardurchblutung und der dabei stattfindenden Stoffwechselvorgänge berücksichtigt. Damit stimmt auch die von Forfar gemachte und von uns bestätigte Beobachtung überein, daß schwerere Neugeborene auch einen höheren Blutdruck aufweisen.

Der von allen in Tab. 4 aufgeführten Autoren beobachtete besonders starke Blutdruckanstieg vom 1. zum 2. Trimenon läßt sich möglicherweise durch die Zunahme der Kraft des linken Ventrikels in dieser Zeit erklären, was nicht nur auf das Längen- und Dickenwachstum der Herzmuskelfasern, sondern auch auf die Verdoppelung der Faserzahl in dieser Zeitspanne zurückgeführt wird (Hort). Dementsprechend ist auch im Verlaufe der ersten 6 Lebensmonate eine annähernde Verdopplung des Schlagvolumens zu verzeichnen.

Eine Geschlechtsabhängigkeit des Blutdrucks konnten wir weder für die Neugeborenen- noch für die Säuglingsperiode nachweisen, womit wir die Aussagen von Forfar und Moss bestätigen konnten.

Aus unseren vergleichenden Messungen mit der Flushmethode geht hervor, daß die hierbei gefundenen Drucke durchschnittlich um 16,3 mm Hg unter den nach Ashworth ermittelten systolischen Werten liegen. Ob die Flushwerte dem arteriellen Mitteldruck ziemlich genau entsprechen, was von Moss und Mitarbeitern auf Grund ihrer gleichzeitig durchgeführten intraaortalen Messungen weitgehend bejaht wird, bedarf gewiß noch weiterer Nachprüfungen. Auch sei in diesem Zusammenhange gesagt, daß gerade die mit dem Flushverfahren erzielten Werte von Autor zu Autor - gewiß methodisch bedingt - besonders stark variieren. Die von uns bei palpatrischen Vergleichsmessungen gefundene Depression der systolischen Werte um durchschnittlich 5,3 mm Hg stimmt recht gut mit den von Robinow und Mitarbeitern bei direkten Vergleichsmessungen gefundenen 6 mm Hg überein.

Der von uns eingeschlagene Weg, die Methode von Ashworth auch zur Erfassung des diastolischen Druckes unter Hinzuziehung eines Registriergerätes zu verwenden, hat insofern eine praktische Bedeutung, als es auf diese Weise mit einfachen Mitteln gelingt, in besonderen Fällen einen guten Einblick in das Verhalten des Blutdruckes zu bekommen, da bekanntlich der diastolische Druck in funktioneller Hinsicht aufschlußreicher als der systolische ist.

Die Bestimmung des diastolischen Drucks mit Hilfe der maximalen Pulsdruckamplitude, wie bereits früher von Janeway und Masing vorgeschlagen, führt vielleicht nicht zu so exakten Werten wie das von Keuth bei seinen Messungen mit dem Infrarotsystem benutzte Kriterium der sog. negativen Zacke. Doch dürften auch bei diesem Verfahren - wie überhaupt allen indirekten Bestimmungsmethoden - Fehlermöglichkeiten nicht streng auszuschalten sein.

Es wird einer weiteren Meßreihe vorbehalten sein, die Entwicklung des diastolischen Blutdrucks über das erste Lebensjahr zu verfolgen.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Mit Hilfe des von Ashworth und Mitarbeitern angegebenen sphymomanometrischen "Xylol-Puls-Indikator-Verfahrens" wurde bei 91 Neugeborenen und Säuglingen im Alter zwischen 1/2 Stunde und 14 Tagen sowie bei 51 Säuglingen vom 1. bis 12. Lebensmonat der systolische Blutdruck ermittelt, wobei der Anwendung optimaler Verschlussmanschetten sowie dem Einhalten von Ruhebedingungen größtmögliche Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Es konnte gezeigt werden, daß der systolische Blutdruck Neugeborener von einem bis zu 1/2 Stunde post partum gemessenen Ausgangswert von 83,5 mm Hg im Verlaufe der ersten beiden Lebensstunden um 17,8 mm Hg auf 65,7 mm Hg absinkt, danach langsam ansteigt und erst am 6. Lebenstag seinen Ausgangswert annähernd wieder erreicht (83 mm Hg). Der am Ende der Neugeborenenperiode gefundene systolische Blutdruck bleibt während des 1. Trimenon praktisch auf gleicher Höhe (84 mm Hg). Im weiteren Verlauf des ersten Lebensjahres zeichnet sich eine deutliche Zunahme der Werte ab. Aus dem im 4. Trimenon gefundenen Mittelwert von 104,7 mm Hg ergibt sich eine Druckerhöhung von 24 % im Vergleich zum 1. Trimenon, wobei der Blutdruckanstieg vom 1. zum 2. und vom 2. zum 3. Trimenon beim Vergleich der Standardabweichungen der Mittelwerte statistisch signifikant ist.

Weiterhin wurde festgestellt, daß Neugeborene mit einem höheren Geburtsgewicht auch einen höheren Blutdruck aufweisen, während eine Geschlechtsabhängigkeit weder für das Neugeborenen- noch für das Säuglingsalter nachzuweisen war.

Vergleichsmessungen mit dem Flush- sowie Palpationsverfahren ergaben durchschnittlich um 16,3 bzw. 5,3 mm Hg niedrigere Drucke.

Unter Zuhilfenahme eines Multicardiostest-Registriergerätes wurden erstmalig nach dem Ashworth-Verfahren Bestimmungen des diastolischen Blutdruckes bei jungen Säuglingen vorgenommen und eine der dabei gewonnenen Meßkurven demonstriert.

L i t e r a t u r

1. Ashworth, A.M., G.A. Neligan, and J.E. Rogers:
Lancet 1959 / I, 801
2. Ashworth, A.M., and G.A. Neligan:
Lancet 1959 / I, 804
3. Berger, H., G. Strauss und H. Vorherr:
Z. Kinderheilk. 86, 247 (1962)
4. Bordley, J. III, G.A.R. Connor, W.F. Hamilton,
W.J. Kerr, and C. J. Wiggers:
Circulation 4, 503 (1951)
5. Bowman, J. W.:
Am. J. Dis. Child. 46, 949 (1933)
6. Brecht, K. und H. Boucke:
Pflügers Arch. 256, 43 (1952)
7. Dies.:
Klin. Wschr. 1953, 668
8. Dies.:
Klin. Wschr. 1954, 76
9. Brock.: Biol. Dat. f. d. Kinderarzt
Bd. I, 2. Aufl. 352; Berlin-Göttingen-Heidelberg 1954.
10. Celandier, O., and G. Thunell:
Acta paediat. (Uppsala) 49 497, (1960)
11. Clayton, G.W., Jr., and Hughes, J.G.:
J. Pediat. 40, 462 (1952)
12. Currens, J.H., G.L. Brownell, and S. Aronow:
New England J. Med. 256, 780 (1957).
13. Forfar, J.O., and M.A. Kibel:
Arch. Dis. Childh. 31, 126 (1956)
14. Gärtner, G.:
Wien. Klin. Wschr. 12, 696 (1899).
15. Grénévrier, J.:
Bull. méd. 39, 169 (1925)
16. Goldring, D., and J. Wohltmann:
J. Pediat. 40, 285 (1952)
17. Haselhorst, G.:
Z. Geburt. und Gynäk. 95, 400 (1929).
18. Hort, W.:
Arch. path. Anat. 323, 233 (1953)
19. James, L.S., I.M. Weisbrot, C.E. Prince,
D.A. Holaday, and V. Apgar:
J. Pediat. 52, 379 (1958)

20. Keuth, U.:
Z. Kinderheilk. 76, 107 (1955)
21. Kirschsieper, H.M.:
Z. Kinderhilk. 71, 422 (1952)
22. Ders.:
Z. Kinderhilk. 74, 158 (1954)
23. Morse. R.L., G.L. Brownell, and J.H. Currens:
Pediatrics 25, 50 (1960)
24. Moss, A.J., W. Liebling, W.O. Austin, and F.H. Adams:
Pediatrics 20, 53 (1957)
25. Dies.:
California Med. 87, 166 (1957)
26. Moss, A.J., W. Liebling, and F.H. Adams
Pediatrics 21, 950, (1958)
27. Neligan, G.A., D.M. Oxon, and Cl.A. Smith:
Pediatrics 26, 735 (1960)
28. Oliver jr., T.K., J.A. Demis, and G.D. Bates:
Acta paediat. (Uppsala) 50, 346, (1961)
29. Reinhold, J., and M. Pym:
Arch. Dis. Childh. 30, 127 (1955)
30. Reis, R.A., and A.J. Chaloupka:
Surg. etc. 37, 206 (1923).
31. Rice, H.V., and L.J. Posener:
Pediatrics 23, 854 (1959)
32. Robinow, M., W.F. Hamilton, R.A. Woodbury, and P.P. Volpitto:
Am. J. Dis. Child. 58, 102 (1939)
33. Schaffer, A.I.:
Am. J. Dis. Child. 39, 204 (1955)
34. Sujoy and Razuvich: Zit. n. Brock.
35. Woodbury, H.A., M. Robinow, and W.F. Hamilton:
Am. J. Physiology. 122, 472 (1938).

L e b e n s l a u f

Am 16. Dezember 1931 wurde ich als Sohn des Maschinenbaumeisters Kurt Bronst und dessen Ehefrau Magdalena, geb. Schmischke zu Königsberg/Pr. geboren. Nach dem Besuch der Pestalozzi-Volksschule und der Löbenich'schen Oberrealschule zu Königsberg von 1938 bis 1944 kam ich infolge Kriegseinwirkung im Frühjahr 1945 nach Amberg Opf., wo ich an der dortigen Oberrealschule im Juni 1951 die Reifeprüfung ablegte.

Vom Sommersemester 1952 bis zum Sommersemester 1954 studierte ich am Auslands- und Dometscherinstitut Germersheim Englisch und Spanisch. Mit dem Wintersemester 1955/56 begann ich das Studium der Medizin an der Universität Mainz, wo ich im April 1958 das Physikum und im Juli 1961 das medizinische Staatsexamen ablegte.

Sehr herzlich danke ich Herrn Prof. Graser für die freundliche Überlassung des
Themas sowie den Herren Professoren Köttgen und Thomsen für die Erlaubnis, die
Messungen an ihren Kliniken durchführen zu dürfen.

